...ane Medical Library

Aus dem Pharmakologischen Institut der Tierärztlichen Fakultät der Universität München.
(Vorstand: Professor Dr. A. Jodlbauer.)

Ueber das verschiedene Verhalten neutraler Alkalisalze in hypertonischer Konzentration auf die Lyse roter Blutkörperchen und die Ausflockung in Lysaten bei Zimmertemperatur und in der Wärme, sowie über den Zusammenhang von Lyse und Flockung dieser hypertonischen Salzlösungen.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München.

Vorgelegt von

Heinrich Dehoust
Tierarzt
aus Heidelberg.

München
Buchdruckerei Hohenhaus, Landwehrstr. 29 (Ecke Schillerstr.)
1936

Aus dem Pharmakologischen Institut der Tierärztlichen Fakultät der Universität München.
(Vorstand: Professor Dr. A. Jodlbauer.)

Ueber das verschiedene Verhalten netraler Alkalisalze in hypertonischer Konzentration auf die Lyse roter Blutkörperchen und die Ausflockung in Lysaten bei Zimmertemperatur und in der Wärme, sowie über den Zusammenhang von Lyse und Flockung dieser hypertonischen S alzlösngen.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München.

Vorgelegt von

Heinrich Dehoust
Tierarzt
aus Heidelberg.

München
Buchdruckerei Hohenhaus, Landwehrstr. 29 (Ecke Schillerstr.)
1936

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München.

Referent: Prof. Dr. Jodlbauer.

Meinen lieben Eltern!

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40153302_0126

Eine Reihe von Hämolysen beruhen auf colloid-chemischer Veränderung der verschiedenen Bestandteile der Blutkörperchen. Auch bei der Hypotonie-Hämolyse, die man früher als eine rein osmotische Angelegenheit — Quellung der Körperchen bis zum Platzen ihrer Hülle — betrachtet hat, spielen physikalisch-chemische Vorgänge eine Rolle. Es handelt sich bei der Hypotonie-Hämolyse — wie Hattori ultramikroskop zeigte — um eine Entmischung des dispersen Systems Cholesterin-Lecithin im Gerüste der Körperchen. Die Beständigkeit des Systems ist an einen bestimmten osmotischen Druck (entsprechend 0.125—0.14 normal NaCl) geknüpft. Sinkt der osmotische Druck, so erfolgt die Entmischung und die Folge davon ist die Hämolyse. Da diese Entmischung aber auch von der Art der hypotonischen Salzlösungen abhängt, erklärt sich, daß selbst die Neutralsalze sich in gleicher hypotonischer Konzentration nicht gleich verhalten. Höber hat als erster dies gezeigt. Höber fand, daß die einzelnen Neutralsalze sich bei der Hypotonie-Hämolyse nach der Hofmeister'schen Reihe anordnen.

Für dieses verschiedene Verhalten neutraler Alkalisalze sind sowohl die Anionen wie die Kationen maßgebend. Bei Salzen mit gleichen Kationen ist die Reihenfolge, in welcher sie den Lyseeintritt fördern: $SO_4 < Cl < Br < NO_3 < SCN < J$; bei gleichen Anionen ist die Reihenfolge: Li und $Na < Cs < Rb < K$.

Die Unterschiede, welche die einzelnen Neutralsalze bezüglich ihrer Einwirkung bei der Hypotonie-Hämolyse zeigen, sind aber geringfügig.

Dagegen treten sie in sehr starkem Maße bei der Hypertonie-Hämolyse in Erscheinung.

In hypertonischen Lösungen findet eine Volumverkleinerung der roten Blutkörperchen statt, die aber — nach den Versuchen von Tahei — bei noch stärkerer Hypertonie zu einer Volumvergrößerung (»Quellung«) und schließlich zu einer Zerreißung der Hülle führt.

Im Gegensatz zu Tahei bezog Bechhold die Hypertonie-Hämolyse auf Entquellung der Stromakolloide ohne daß dabei das Hämoglobin koaguliert wird.

Tahei fand ferner, daß in hypertonischer Glukoselösung diese Volumenvergrößerung nicht erfolgt, vermutlich weil das Wasser in der Glukoselösung kolloid-chemisch gebunden ist — wie auch Klinke in seiner vorzüglichen Zusammenstellung der »Kolloidchemie der Hämolyse« annimmt. Jodlbauer hat den Einfluß der verschiedenen neutralen Alkalisalze in unter sich osmotisch gleichen hypertonischen Konzentrationen untersucht.

Jodlbauer fand, daß bei der Hypertoniehämolyse die neutralen Alkalisalze sich sehr verschieden verhalten. Die Verschiedenheit hängt vor allem von den Anionen ab. Die Reihe der Anionen, in welcher die Lyse gefördert wird, entspricht wiederum der Hofmeister'schen Reihe, nämlich

$$Cl' < Br' < J' < (SCN)'$$

Der erste Teil meiner Arbeit bestand darin, zu den Versuchen Jodlbauers Stellung zu nehmen und dieselben dadurch zu erweitern, daß der Einfluß der Reaktion auf die Hypertonie-Hämolyse festgestellt wurde. Um bestimmte Reaktionen zu erzielen, wurden die Salzlösungen mit Phosphatpuffern versetzt. Der Bereich der untersuchten Reaktionen war von pH 5,9—pH 8,3, also ein Bereich, in welchem die Reaktion als solche noch zu keiner Hämolyse führt.

Da sich bei Verwendung von Phosphatpuffern an die Lyse bei Zimmertemperatur später Trübung bezw. Ausflockung anschließt — wiederum verschieden bei den einzelnen Salzarten — wurde auch diese untersucht.

Im zweiten Teile meiner Arbeit wurde versucht, durch das Zusammenwirken von Hypertonie und Wärme Einblick in das verschiedene Verhalten der neutralen Alkalisalze zu bekommen.

I. Teil.

Versuche bei Zimmertemperatur.

1. Lyseversuche.

Versuchsanordnung: Zu je 5 ccm der Salzlösungen in den in der Tabelle angegebenen Konzentrationen kam 0,15 ccm Rinderblutkörperchen (Körperchensediment zuerst 1 : 10 mit 0,9% NaCl verdünnt).

Zeichenerklärung: 0 = Keine Lyse
SpL = Spuren von Lyse
½L = weit fortgeschrittene, aber noch unvollständige Lyse
L = Vollständige Lyse

	Nach 1 Stunde	Nach 24 Stunden	Nach 48 Stunden
NaCl 5 mol	0	L	L
4 »	0	SpL	L
2.5 »	0	0	SpL
1.2 »	0	0	0
NaBr 5 mol	SpL	L	L
2.5 »	0	½L	½L
1.2 »	0	0	0
NaJ 5 mol	L	L	L
2.5 »	L	L	L
1.2 »	0	L	L
0.9 »	0	L	L
0.6 »	0	0	½L
0.3 »	0	0	0
NaSCN 5 mol	L	L	L
2.5 »	L	L	L
1.2 »	0	L	L
0.6 »	0	½L	L
0.5 »	0	½L	L
0.3 »	0	0	0

Versuchsergebnis der Lyseversuche bei Zimmertemperatur ohne Zugabe von Phosphatpuffern.

Nach einer Stunde Beobachtungszeit sieht man bei NaSCN und NaJ vollständige Hämolyse in der 5 mol und in der 2,5 mol Konzentration, bei NaBr nur Spuren von Lyse in der 5 mol Konzentration; bei NaCl auch in der 5 mol Konzentration keine Lyse.

Nach 24 Stunden ist die Hämolyse vollständig bei NaSCN bis herab zu 0,55 mol, bei NaJ bis 0,9 mol, bei NaBr bis 1,5 mol und bei NaCl bis 4 mol. Nun ist in dieser Versuchsreihe der Sprung von der höheren Konzentration in die nächst niedere ein großer; dadurch liegen die Konzentrationen, die wirklich noch lysieren, etwas niederer, als aus dem Versuch hervorgeht. Es seien deshalb auch die Konzentrationen angegeben, die innerhalb 24 Stunden nicht mehr lysieren: Das war bei NaSCN 0,3, bei NaJ 0,6, bei NaBr 1,25 und bei NaCl 2,5 mol.

Nach 48 Stunden ist das Bild nicht wesentlich anders.

b) Lyseversuch in hypertonischen Salzlösungen mit Zugabe von Phosphatpuffern.

Die für die höchste Konzentration verwendeten Salzlösungen waren bei NaCl 4,8 mol, bei den übrigen 6,2 mol. Zu je 4 ccm kam ein Zusatz von 1 ccm Phosphatpuffer mit den pH-Werten von 8,3 bezw. 7,1 bezw. 5,9. Dazu kam 0,15 ccm Blutkörperchen. Die Angaben in der Tabelle beziehen sich auf die Salzkonzentrationen nach dem Zusatz des Puffers.

Erklärung der Zeichen:

0 = Keine Lyse
SpL = Spuren von Lyse.
½L Weit fortgeschrittene, aber noch unvollständige Lyse.
L = Vollständige Lyse.
L+ = Vollständige Lyse, aber bereits Flockenbildung im Lysat.

		Nach 1 Stunde			Nach 24 Stunden			Nach 48 Stunden		
pH		8.3	7.1	5.9	8.3	7.1	5.9	8.3	7.1	5.9
NaCl	4 mol	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NaBr	5 »	½L	0	0	½L	SpL	L+	½L	L+	L+
	4 »	0	0	0	½L	0	L+	½L	L+	L+
	3 »	0	0	0	0	0	0	½L	½L	½L
	2 »	0	0	0	0	0	0	0	0	½L
	1 »	0	0	0	0	0	0	0	0	SpL
	0,75 »	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NaJ	5 mol	L	L	L+	L	L	L+	L	L+	L+
	4 »	L	L	SpL	L	L	½L	L	L	L+
	3 »	½L	½L	SpL	½L	½L	½L	L	½L	½L
	2 »	0	½L	½L	½L	½L	½L	L	½L	½L
	1 »	0	0	0	½L	SpL	½L	L	½L	½L
	0,75 »	0	0	0	0	0	½L	L	SpL	½L
NaSCN	5 mol	L	L	L+	L	L	L	L	L	L+
	4 »	L	L	½L	L	L	L	L	L	L+
	3 »	L	½L	½L	L	L	L	L	L	L+
	2 »	L	½L	½L	L	L	L	L	L	L
	1 »	0	0	½L	L	0	L	L	L	L
	0,75 »	0	0	½L	0	0	0	L	L	L

Ergebnisse der Lyseversuche bei Zimmertemperatur unter dem Einfluß von Phosphatpuffern.

Durch die Zugabe von Phosphatpuffern ist an den Ergebnissen, die ohne Puffer gewonnen wurden, im Wesentlichen nichts geändert.

Im Neutralpunkt (pH 7.1) erfolgt nach 24 Stdn. Einwirkungsdauer vollständige Hämolyse:

bei NaSCN in Konzentration unter 0,75 mol, bei NaJ zwischen 4 und 3 mol, bei NaBr nur bei 5 mol und ebenso bei NaCL.

Auf schwach alkalischer Seite (pH 8.3) liegen die Verhältnisse ähnlich, nur daß die Empfindlichkeit der Körperchen hier etwas größer ist. So macht z.B. NaJ in 0,75 mol Konzentration im neutralen Phosphatpuffer nur Spuren von Lyse, im alkalischen Phosphatpuffer (pH 8.3) vollständige Lyse. Auf der schwach sauren Seite (pH 5.9) ist die Empfindlichkeit der Körperchen ebenfalls größer als im Neutralpunkt, auch etwas größer als auf der schwach alkalischen Seite. Auf der sauren Seite ist aber die Bestimmung der Lyse dadurch sehr erschwert, daß es zur Ausflockung kommt. Es überkreuzen sich hier Lyse und Flockung.

Es ist bei der Hypertoniehämolyse auf der sauren Seite ähnlich wie bei der Wärmehämolyse, bei welcher sich an die Lyse Trübungen mit allen Übergängen bis zur grobflockigen Fällung der Blutkörperchenkolloide anschließen. Jodlbauer und Haffner fanden in ihren Versuchen, in denen sie Wärmehämolyse und Wärmeflockung im Reaktionsbereich von pH 11.0—3.0 verglichen, daß beide Vorgänge gleichlaufende Änderungen bei Verschiebung der H'-Konzentration erfahren. Dem Resistenzmaximum der Blutkörperchen gegen Wärme entspricht ein relatives Stabilitätsmaximum der Blutkörperchenkolloide im Neutralpunkt und sie schlossen daraus — wie auch aus anderen Beobachtungen —, daß der Wärmehämolyse sehr wahrscheinlich ein kolloidchemischer Vorgang zu Grunde liegt.

Es wurden daher im Folgenden die Versuche, die mit Blutkörperchen angestellt wurden, mit Blutkörperchenlysaten wiederholt.

2. Flockungsversuche bei Zimmertemperatur.

a) in hypertonischen Salzlösungen ohne Puffer.

Die Versuchsanordnung entspricht der des Lyseversuchs ohne Phosphatpuffer. Nur wurde an Stelle von Blutkörperchen 0,15 ccm Lysat verwendet (1 ccm des Körperchensediments wurde mit 9 ccm destilliertem Wasser verdünnt und 2 Stunden stehen gelassen).

Erklärung der Zeichen:

0 = keine Trübung T = gleichmäßige Trübung F = Ausflockung

	Nach 1 Stunde	Nach 24 Stunden	Nach 48 Stunden
NaCl 4 mol	0	0	F
2.5 „	0	0	0
1.2 „	0	0	0
NaBr 4 mol	0	T	F
2.5 „	0	0	0
1.2 „	0	0	0
NaJ 5 mol	0	0	0
2.5 „	0	0	0
1.2 „	0	0	0
NaSCN 5 mol	0	0	0
2.5 „	0	0	0
1.2 „	0	0	0

Ergebnisse der Flockungsversuche bei Zimmertemperatur ohne Phosphatpuffer.

Der Versuch zeigt, daß bei Zimmertemperatur in den Blutkörperchenlysaten nur die 4 mol Konzentration von NaCl und NaBr allmählich Trübung bezw. Flockenbildung verursacht. NaJ und NaSCN bewirken selbst in 5 mol Konzentration keine Trübung.

Lyse und Ausflockung bei Zimmertemperatur stehen somit in einem Gegensatz. Während NaJ und NaSCN in stark hypertonischer Konzentration stärker lysierend wirken als NaCl und NaBr, wirken NaCl und NaBr — besonders letzteres — stärker flockend als NaJ und NaSCN.

b) Flockungsversuch bei Zimmertemperatur in hypertonischen Salzlösungen bei Zugabe von Phosphatpuffern.

Die Versuchsanordnung entspricht der des Lyseversuches mit Zugabe von Phosphatpuffern. An Stelle der Blutkörperchen erfolgte der Zusatz von 0,15 ccm Lysat, wie im vorhergehenden Versuche.

	Nach 1 Stunde			Nach 4 Stunden			Nach 48 Stunden		
pH	8.3	7.1	5.9	8.3	7.1	5.9	8.3	7.1	5.9
NaCl 4 mol	0	0	0	0	0	T	0	0	T
3 „	0	0	0	0	0	Spur T	0	0	Spur T
2 „	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NaBr 5 mol	0	T	F	0	T	F	T	F	F
4 „	0	0	F	0	T	F	0	T	F
3 „	0	0	0	0	0	T	0	0	T
2 „	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NaJ 5 mol	0	0	F	0	0	F	0	T	F
4 „	0	0	T	0	0	T	0	0	F
3 „	0	0	0	0	0	0	0	0	T
2 „	0	0	0	0	0	0	0	0	T
1 „	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NaSCN 5 mol	0	0	F	0	0	F	0	0	F
4 „	0	0	0	0	0	F	0	0	F
3 „	0	0	0	0	0	F	0	0	F
2 „	0	0	0	0	0	0	0	0	F
1 „	0	0	0	0	0	0	0	0	T
0.75 „	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Ergebnisse der Flockungsversuche bei Zimmertemperatur unter dem Einfluss von Phosphatpuffern.

Durch die Zugabe von Phosphatpuffern ist an den Ergebnissen, die ohne Puffer gewonnen wurden, bei pH 7.1 und 8.3 im Wesentlichen nichts geändert.

Bei pH 8.3 sieht man bei allen Salzen auch in den hohen Konzentrationen keine Trübung. Bei pH 7.1 sieht man Trübung nur bei NaBr bis herab zur Konzentration von 4 mol, bei NaJ nur bei 5 mol, während es bei NaSCN auch bei 5 mol zu keiner Trübung mehr kommt.

Anders liegen die Ergebnisse auf der saueren Seite (pH 5.9). In der Konzentration von 4 mol sieht man nach 48 Stunden bei NaCl nur Spuren von Trübung, bei NaBr vollständige Ausflockung (die Lösung ist wasserklar), ebenso bei NaJ und NaSCN; in der Konzentration von 3 mol bei NaCl Spuren von Trübung, bei NaBr teilweise Ausflockung, bei NaJ nur Trübung, bei NaSCN vollständige Ausflockung; in der Konzentration von 2 mol bei NaCl keine Trübung, ebenso bei NaBr, während NaJ etwas trübe war und NaSCN fast vollständig ausgeflockt war; bei 1 mol sieht man nur mehr bei NaSCN leichte Trübung.

Auf der saueren Seite (bei Gegenwart von Phosphatpuffern) läuft also die Stärke der lysierenden Wirkung parallel der Stärke der Ausflockung. Das am stärksten lysierende NaSCN wirkt auch am stärksten ausflockend.

II. Teil.

Versuche bei 61° C.

Die bisher bei Zimmertemperatur angestellten Versuche wurden bei 61° C wiederholt. Es liegt in diesen Versuchen ein Zusammenwirken von 2 lysierenden Faktoren vor: nämlich der Wärme und der Hypertonie.

1. Wärmehämolyse in hypertonischen Salzlösungen.

a) Wärmehämolyse in hypertonischen Salzlösungen ohne Puffer.

Versuchsanordnung: Zu je 4 ccm der Salzlösungen in den in der Tabelle angegebenen Konzentrationen kamen 1,0 ccm 0,9 % NaCl und 0,15 ccm Rinderblutkörperchen (Körperchensediment zuerst 1 : 10 mit 0,9 % NaCl verdünnt).

Erklärung der Zeichen:

L = Vollständige Lyse nach Minuten.

LT Lyse und Trübung gehen so ineinander über, daß der Lyseeintritt nur schätzungsweise aus dem Zeitpunkt der stärksten Aufhellung erschlossen werden kann. Im übrigen sind Kontrollversuche mit Lysaten angestellt worden, die über den Zeitpunkt der eintretenden Trübung Aufschluss geben.

Konzentration in mol	NaCl	NaBr	NaJ	NaSCN
2.5	LT 7	LT 2	L 1	L sofort
1.2	LT 14	LT 4	L 2½	L 1
0.6	L 27	LT 26	L 6	L 4
0.3	L 29	L 25	L 12	L 11
0.15	L 31	L 25	L 16	L 15

Ergebnis des Lyseversuches bei 61°C unter dem Einfluß hypertonischer Salzkonzentrationen ohne Puffer.

Die Wärmehämolyse wird durch die untersuchten Salze in hypertonischer Konzentration gefördert. Die Lyseförderung ist wie in den Versuchen bei Zimmertemperatur am stärksten bei NaSCN, dann folgt NaJ, NaBr und endlich NaCl. Der Lyseeintritt läßt sich aber bei NaCl und NaBr in den hohen Konzentrationen nur schätzungsweise feststellen, da der Lyse die Flockung so rasch folgt, daß beide Vorgänge sich überkreuzen. Bei NaBr ist das selbst in der Konzentration von 0,6 mol noch der Fall. Bei NaJ und NaSCN ist die Zeit des Lyseeintritts genau anzugeben.

b) Wärmehämolyse in hypertonischen Salzlösungen mit Zugabe von Phosphatpuffern.

Versuchsanordnung: Zu je 4 ccm Salzlösung kam ein Zusatz von 1 ccm Phosphatpuffer mit den pH-Werten von 8,3 bezw. 7,1 bezw. 5,9. Dazu kam 0,15 ccm Blutkörperchen. Die Angaben in der Tabelle beziehen sich auf die Salzkonzentrationen nach dem Zusatz des Puffers.

Zeichenerklärung:

L = Vollständige Lyse nach Minuten.

LT = Lyse und Trübung gehen so ineinander über, daß der Lyseeintritt nur schätzungsweise aus dem Zeitpunkt der stärksten Aufhellung erschlossen werden kann.

	pH 8,3 Lyse nach Min.	pH 7,1 Lyse nach Min.	pH 5.9 Lyse nach Min.
NaCl 5 mol	LT 5	LT 6	LT 3
2.5 „	LT 5	L 5	L 5
1.2 „	L 9	L 9	L 5
0 6 „	L 13	L 11	L 5
0.3 „	L 9½	L 11	L 6
0.15 „	L 9	L 12	L 6
NaBr 5 mol	LT ½	LT ½	LT ½
2.5 „	LT 2	LT 2	L 2
1.2 „	L 9	L 9	L 3
0.6 „	L 10	L 10	L 4
0.3 „	L 10	L 10	L 5
0.15 „	L 10	L 11	L 6
NaJ 5 mol	L sofort	L sofort	LT 1
2,5 „	L 2	L 2	L 1
1.2 „	L 9	L 3	L 2
0.6 „	L 10	L 7	L 2
0.3 „	L 10	L 11	L 5
0.15 „	L 10	L 11	L 6
NaSCN 5 mol	L sofort	L sofort	L sofort
2.5 „	L sofort	L sofort	L sofort
1.2 „	L 2	L 1	L sofort
0.6 „	L 8	L 5	L 1
0.3 „	L 9	L 11	L 6
0.15 „	L 9	L 11	L 6

Ergebnis des Lyseversuches bei 61 °C unter dem Einfluß hypertonischer Salzlösungen mit Puffer:

Bei Gegenwart von Phosphatpuffern sieht man bei den untersuchten Salzen in den Konzentrationen bis zu 0,6 mol keine Unterschiede zwischen den einzelnen Salzen. In der höheren Konzentration (von 0,6 mol ab) fördert NaSCN die Wärmehämolyse am stärksten, es folgt NaJ, dann NaBr schließlich NaCl. Dies gilt für alle 3 untersuchten Reaktionsbereiche. Auf der alkalischen und der saueren Seite setzt die Lyse rascher ein wie im Neutralpunkte, besonders auf der sauren Seite.

2. Flockungsversuch in Blutkörperchenlysaten bei 61 ° C.

a) Flockungsversuch in hypertonischen Salzlösungen ohne Puffer.

Die Versuchsanordnung entspricht der des Lyseversuches in reinen Salzlösungen. Nur wurde an Stelle von Körperchen 0,15 ccm Lysat verwendet. (1 ccm des Körperchensediments wurde mit 9 ccm dest. Wassers verdünnt und 2 Stunden stehen gelassen).

Zeichenerklärung: Angabe der Trübung und Flockung nach Minuten. 0 = Keine Trübung bezw. keine Flockung.

Konzentration in mol	NaCl		NaBr		NaJ		NaSCN	
	Trübg.	Flockg.	Trübg.	Flockg.	Trübg.	Flockg.	Trübg.	Flockg.
2.5	8	30	3	14	0	0	0	0
1.2	16	39	5	17	0	0	0	0
0.6	35	63	8	25	6	16	0	0
0.3	68	69	11	35	8	25	35	76
0.15	70	70	15	40	11	33	40	85

Ergebnisse der Ausflockung von Blutkörperchenlysaten bei 61°C unter dem Einfluß hypertonischer Salzlösungen ohne Puffer:

Die Trübung und Flockung tritt in den niederen Salzkonzentrationen von 0,15 mol und 0,3 mol am raschesten ein bei NaJ, später bei NaBr, dann folgt NaSCN und zuletzt NaCl. Daß Rhodanid in der Wärme schwächer ausflockt als Jodid und Bromid und bei der Wärmeflockung die Reihenfolge dieser Salze eine andere ist als bei der Lyse (Reihenfolge bei der Lyse: NaSCN > NaJ > NaBr > NaCl) beruht auf der Hemmung der Salz-Ausflockung durch NaSCN. In der 0,6 mol Konzentration erfolgt bei NaSCN überhaupt keine Ausflockung mehr, selbst nicht bei 100°C. Bei NaJ tritt diese Hemmung erst bei 1,2 mol Konzentration auf.

Ein paralleler Verlauf der Lyse und Flockung bei 61°C fehlt somit bei NaSCN, bei NaJ ist er nur bis zur Konzentration bis zu 0,6 mol zu sehen. Bei NaCl und NaBr besteht er auch in der Konzentration von 2,5 mol.

b) Flockungsversuche in Blutkörperchenlysaten bei 61°C in hypertonischen Salzlösungen bei Zugabe von Phosphatpuffern.

Zu der Kombination: Wärme und hypertonische Salzkonzentration kamen in diesen Versuchen als weiterer Faktor noch die H'- bezw. OH'-Ionen hinzu.

Die Versuchsanordnung entspricht der des Lyseversuches mit Zugabe von Phosphatpuffern. An Stelle von Blutkörperchen erfolgte der Zusatz von 0.15 ccm Lysat.

Erklärung der Zeichen:

Angabe der Trübung und Flockung nach Minuten.
0 = keine Trübung, keine Flockung.
TF = ohne vorausgehende Trübung erfolgt Ausflockung.

pH		8.3		7.1		5.9	
		Trübg.	Ausflockg.	Trübg.	Ausflockg.	Trübg.	Ausflockg.
NaCl	4 mol	6	23	7	30	3	12
	2.5 »	6	23	9	30	5	13
	1.2 »	7	23	14	30	5	13
	0.6 »	13	25	16	30	14	37
	0.3 »	15	30	20	32	55	57
	0.15 »	20	30	27	35	57	59
NaBr	5 mol	$^1/_2$	6	$^1/_2$	11	$^1/_2$	2
	2.5 »	2	13	3	14	$1^1/_2$	3
	1.2 »	$3^1/_2$	14	$6^1/_2$	17	3	11
	0.6 »	5	16	7	25	6	21
	0.3 »	12	20	20	30	12	30
	0.15 »	15	26	26	32	22	37
NaJ	5 mol	0	0	0	0	sofort	$^1/_2$
	2.5 »	0	0	0	0	$^1/_2$	4
	1.2 »	0	0	8	18	2	5
	0.6 »	23	45	5	16	3	7
	0.3 »	5	18	6	20	6	13
	0,15 »	7	16	9	20	9	22
NaSCN	5 mol	0	0	0	0	TF 22	22
	2.5 »	0	0	0	0	TF 12	12
	1.2 »	0	0	0	0	2	7
	0.6 »	0	0	0	0	3	8
	0.3 »	54	62	24	38	11	25
	0.15 »	22	39	25	39	23	43

Ergebnis der Ausflockung von Blutkörperchenlysaten bei 61°C unter dem Einfluß hypertonischer Salzlösungen bei Zugabe von Phosphatpuffern mit pH 8,3, pH 7,1 und pH 5,9.

Bezüglich der Trübung und Ausflockung in den niederen Salzkonzentrationen von 0,15 mol und 0,3 mol ist durch die Zugabe von sauerem und neutralem Phosphatpuffer keine Änderung gegenüber den Ergebnissen des vorigen Versuches ohne Puffer eingetreten. In 0,6 mol Konzentration ist im Neutralpunkt das Ergebnis ebenfalls das gleiche; auf der alkalischen Seite aber ist die Trübung jetzt auch bei NaJ stark verzögert und bei NaSCN ganz aufgehoben. Auf der sauren Seite fehlt diese Hemmung und es tritt bei Rhodanid, sowie Jodid die Trübung am schnellsten ein, dann folgt Bromid und endlich Chlorid.

Mit Erhöhung der Konzentration auf 1,2 mol erfolgt bei Bromid und Chlorid die Trübung rascher, während es bei Jodid auf der alkalischen Seite zu keiner Trübung mehr kommt, wohl aber noch im Neutralpunkt und auf der sauren Seite, bei NaSCN nur mehr auf der sauren Seite. An Stelle der vollständigen Hemmung der Wärmeflockung durch NaSCN bereits in der Konzentration von 0,6 mol und durch NaJ in der Konzentration von 2,5 mol zeigt sich auf der sauren Seite nur mehr die Verzögerung. Daß aber diese hemmende Wirkung auf die Wärmeflockung auch auf der saueren Seite noch besteht, sieht man besonders bei Rhodanid. Während bei NaJ, NaBr und NaCl die Wärmeflockung mit der Erhöhung der Konzentration der Salze immer rascher erfolgt, ist dies bei NaSCN von 1,2 mol ab umgekehrt: je höher die Konzentration des Rhodanids ist, umsomehr wird die Ausflockung verzögert.

Versuch, in welchem gleichzeitig die Wärmehämolyse (61°C) und die Wärmeflockung von Lysaten (61°C) des gleichen Blutes in Gegenwart von Glykokollpuffern (pH 6,1) untersucht wurde.

Die Verwendung von Glykokollpuffern an Stelle des bisher verwendeten Phosphatpuffers geschah aus dem Grunde, weil das Glykokoll den Eintritt der Wärmehämolyse wie auch der Flockung gegenüber Phosphat verlangsamt. Dadurch ist das Intervall zwischen Lyse und Flockung etwas größer und es hebt sich der Lyseeintritt von dem Flockungseintritt etwas besser ab.

Versuchsanordnung: 1 ccm Puffer (Glykokoll pH 6.1), 4 ccm Salz, 0.5 ccm Körperchen (1 Teil Sediment mit 29 Teilen physiol. NaCl verdünnt) bezw. 0.5 ccm Lysat (1 Teil Sediment mit 29 Teilen dest. Wasser und späterem Zusatz von 0,9% NaCl).

Zeichenerklärung:

LT = Lyse und Trübung gehen so ineinander über, daß der Lyseeintritt nur schätzungsweise aus dem Zeitpunkt der stärksten Aufhellung erschlossen werden kann.

0 = vollständig klar nach 2 Stunden.

Konzentration in mol	NaCl		NaBr		NaJ		NaSCN	
	Lyse	Flockg.	Lyse	Flockg.	Lyse	Flockg.	Lyse	Flockg.
2.5	LT 30	30	LT 8	8	$2^1/_2$	0	$L^1/_2$	0
1.0	38	75	22	27	$4^1/_2$	18	2	120
0.7	40	95	23	27	6	12	$2^1/_2$	52
0.5	40	95	25	60	9	17	6	40
0.2	53	111	45	105	20	47	16	60
0.1	48	124	48	124	23	68	19	75

Versuchsergebnis dieses Vergleichsversuchs von Wärmehämolyse und Wärmeflockung:

Bei NaCl und NaBr erfolgt der Eintritt von Wärmehämolyse und Wärmeflockung umso rascher, je höher die Salzkonzentrationen sind. NaBr wirkt in den Konzentrationen höher als 0,2 mol stärker als NaCl. Mit dem Ansteigen der Konzentration des NaCl und NaBr wird der Zeitraum zwischen Lyse und Flockung kleiner und verschwindet schließlich.

Anders verhält sich NaJ und NaSCN. Während die Wärmehämolyse ebenfalls um so rascher erfolgt, je höher die Salzkonzentration ist, kommt es bei NaJ von 0,7 mol ab und bei NaSCN bereits von 0,5 mol ab zu einer Hemmung der Flockung. Schließlich ist bei 2,5 mol die Hemmung eine vollständige. Auch bei Erhitzen auf 100°C erfolgt keine Ausflockung mehr.

Zusammenfassung.

1. Ein verschiedenes Verhalten von Chloriden, Bromiden, Jodiden und Rhodaniden in hypertonischer Konzentration bei der Lyse roter Blutkörperchen bei Zimmertemperatur (Hypertoniehämolyse) zeigt sich auch bezüglich der Ausflockung in Blutkörperchenlysaten bei Zimmertemperatur. Natriumchlorid und Natriumbromid bewirken bis herab zur Konzentration von 4 mol eine allmählich einsetzende Trübung von Blutkörperchenlysaten, während NaJ und NaSCN selbst in 5 mol Konzentration keine Trübung machen. Somit wirken NaCl und NaBr stärker flockend als NaJ und NaSCN, während bezüglich der Lyse NaJ und NaSCN viel stärker wirkt als NaCl und NaBr. Wenn mittels Zugabe von Phosphatpuffern den Salzlösungen eine bestimmte Reaktion erteilt wird, so ändert sich bei pH 8.3 und pH 7.1 nichts

Wesentliches gegenüber den Versuchen ohne Puffer. Anders verhält es sich aber bei pH 5.9. Hier verlaufen Lyse und Flockung gleichsinnig. Das am stärksten lysierende Rhodanid wirkt am stärksten flockend. Lyse und Flockung nimmt auf der saueren Seite zu von $Cl' < Br' < J' < (SCN)'$.

2. Werden die Lyse- und Flockungsversuche bei 61 °C angestellt, wobei also 2 lysierende Faktoren — Wärme und Hypertonie — zusammenwirken, so ist die Reihenfolge, in welcher die konzentrierten Salzlösungen einerseits die Lyse, andererseits die Ausflockung fördern, eine andere.

Bezüglich der lysierenden Wirkung ist die Reihenfolge, in welcher die Salze die Lyse fördern bei 61° C die gleiche wie bei Zimmertemperatur, nämlich:

$$Cl' < Br' < J' < (SCN)'.$$

Reaktionsveränderungen im Bereiche von pH 5,9—pH 8,3 ändern an der Reihenfolge nichts.

Bezüglich der ausflockenden Wirkung ist in den niederen Salzkonzentrationen (0,15—0,6 mol) die Reihenfolge eine andere, nämlich:

$$Cl' < (SCN)' < Br' < J'.$$

In den Konzentrationen höher als 0,6 mol bleibt bei (SCN)' die Wärmeflockung ganz aus und das ist wohl auch der Grund, warum (SCN)' sich in den Konzentrationen unter 0,6 mol als geringer flockend erweist als Br' und J'. In Konzentrationen über 0,6 mol kommt es bei (SCN)' zu keiner Trübung mehr, selbst nicht bei Erhitzen auf 100° C. Das Gleiche tritt auch bei J' ein, aber erst in der Konzentration von 1,2 mol. Auch hier ändert eine Reaktionsverschiebung nach der alkalischen Seite nichts an dem Ergebnis, wohl aber bei der Verschiebung nach der saueren Seite.

3. Bezüglich des Zusammenhangs von Lyse und Flockung ist zu sagen, daß ein gleichsinniges Verhalten von Lyse und Flockung nur bei Zimmertemperatur und nur auf der saueren Seite (bei Phosphatpuffer pH 5.9) zu beobachten ist. Bei neutraler und schwach alkalischer Reaktion wirkt das am stärksten lysierende Rhodanid am schwächsten flockend. Gleiches ist der Fall bei 61° C in allen Reaktionsbereichen zwischen pH 5.9 bis pH 8.3.

Am Schlusse meiner Arbeit möchte ich meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. Jodlbauer, für die gütige Überlassung des Themas wie für die stets hilfsbereite Förderung bei dessen Ausarbeitung meinen herzlichsten Dank sagen.

Lebenslauf.

Als Sohn des damaligen Reichsbahnobersekretärs Peter Dehoust wurde ich am 31. August 1911 in Heidelberg geboren, woselbst ich in die Grundschule ging. Durch Versetzung meines Vaters besuchte ich die Oberrealschule Schwetzingen, wo mir zu Ostern 1931 das Reifezeugnis ausgehändigt wurde. Die Liebe zum Tier bewog mich, mich im Sommersemester 1931 an der Universität München für das Studium der Tierheilkunde einzuschreiben. Meinen Hochschulort München vertauschte ich für ein Semester mit Hannover. Am 18. Dezember 1935 beendete ich an der Universität München mein tierärztliches Approbationsexamen. In der nun folgenden Zeit konnte ich mich meiner mir noch im Laufe des Studiums überlassenen Doktorarbeit zuwenden. Seit Ende März bin ich zur Erledigung des dreimonatigen Schlachthofpraktikums in Heidelberg, das inzwischen wieder Wohnsitz meiner Eltern wurde.